

BIENESTAR ANIMAL Y CALIDAD DE CARNE. AVANCES DE LA INVESTIGACIÓN EN URUGUAY.

Marcia del Campo - INIA

Introducción

La temática del Bienestar animal (BA) está muy ligada a la existencia y evolución de las diferentes posturas éticas a lo largo del tiempo. Estas han defendido una u otra de las concepciones del BA emanadas de su filosofía y han provocado grandes debates o controversias en lo que tiene que ver con el reconocimiento social o estatus moral otorgado a los animales, en función de su capacidad o no de experimentar emociones (del Campo, 2006). Hoy, la evidencia científica indica que la capacidad de sentir no es una característica exclusiva del ser humano y que las estructuras anatómicas del sistema nervioso, respuestas fisiológicas, conductuales y psicológicas, receptores farmacológicos y neuroquímicos relacionadas con los sentimientos, aparecen en la escala zoológica a nivel de todos los vertebrados (García Sacristán, 1995).

En este contexto, a partir del año 1992 los animales dejan de ser mercancías o productos para pasar a ser ante el mundo, seres que sienten, y se vuelve legalmente obligatoria la consideración del BA al momento de dictar políticas en las áreas de agricultura, investigación, transporte y mercado interno. Es así que el pensamiento occidental ha logrado un consenso generalizado en la determinación de criterios de base relacionados al BA tales como: “evitar el sufrimiento innecesario” y “si algo le hace daño al ser humano, es probable que también le haga daño al animal”.

El BA no es un concepto puramente científico sino que surge desde la sociedad para expresar una preocupación ética acerca del tratamiento de los animales (Duncan y Fraser, 2005). Aún en la actualidad, es posible distinguir 3 escuelas de pensamiento respecto a la definición del BA y sus formas de determinación (Fraser et al., 1997), otorgando cada una de ellas, una importancia relativa a diferentes aspectos. La *Escuela de los Sentimientos* cree que el BA se debe centrar en el estudio de las experiencias subjetivas o emociones de los animales, la *Escuela de los Comportamientos naturales* considera que el BA debe centrarse en la posibilidad de desarrollar comportamientos llamados “naturales”, y la *Escuela Biológica Funcional* es la que considera que la determinación del BA debe basarse en el estudio de las funciones biológicas de un individuo. Siempre que los comportamientos naturales y las experiencias subjetivas promuevan el correcto funcionamiento de los sistemas biológicos, las diferentes escuelas de pensamiento coincidirán en sus acepciones y conclusiones sobre el BA. Desde el punto de vista de la Investigación, hemos adoptado la Escuela Biológica Funcional.

Definimos al BA entonces, en términos del funcionamiento normal y satisfactorio de los sistemas biológicos (homeostasis), estando determinado por la ausencia de respuestas de estrés (al menos en el largo plazo), por la capacidad de adaptarse al ambiente que los rodea y por la satisfacción de las necesidades biológicas. Se define al estrés como la respuesta del organismo ante la presencia de agentes nocivos. Estas respuestas normalmente implican cambios comportamentales y fisiológicos, que ocurren con la finalidad de contrarrestar los efectos adversos o de adaptarse a ellos (Selye, 1950). Es posible entonces afirmar que el BA se vería afectado por la incidencia de enfermedades, lesiones o mal nutrición, y sería adecuado con buenos niveles de crecimiento y reproducción, con un normal funcionamiento de los procesos fisiológicos y comportamentales, y con una longevidad adecuada (Broom y Johnson, 1993).

El estudio de las potenciales fuentes de estrés y su impacto en el bienestar de los animales, requiere de un enfoque multidisciplinario e integral, en el que se deberán considerar y combinar diversos tipos de indicadores respecto al funcionamiento de los sistemas corporales, el sistema inmunológico, variables productivas, respuestas fisiológicas y comportamentales individuales que reflejen entre otras cosas, los sentimientos (Terlow et al., 2005).

Además del carácter del agente estresante, existen diferencias individuales o de temperamento (experiencia y factores genéticos) que afectan la respuesta comportamental, neuroendócrina y neuroquímica frente al stress, las que también tienen influencia en la respuesta del sistema inmunológico frente a estos desafíos (Anisman, 2002; Grandin, 1997; Le Neindre et al., 1995).

La lectura más relevante de los avances logrados por la ciencia, es que el BA ha dejado de ser un aspecto sentimental o subjetivo para pasar a ser un aspecto objetivo y cuantificable que combina diferentes dimensiones del animal y/o del ambiente, y que su caracterización o mejora debe realizarse en base a indicadores acordes al contexto en el cual se trabaja

Bienestar Animal en los sistemas de producción

Diversos factores influyen en el bienestar de los animales a nivel de producción. Algunos de ellos repercutirán sobre la vida cotidiana del animal, afectando su comodidad y bienestar en el corto y mediano plazo (situación climática, exposición a depredadores, prácticas rutinarias, mezclas de grupos, etc.). Sin embargo, la mayoría de las decisiones tomadas en el establecimiento estarán afectando el bienestar de los animales también en el largo plazo así como la calidad de los productos obtenidos, ya que serán determinantes entre otras cosas, del temperamento de los animales y por tanto de sus respuestas al manejo (del Campo, 2008). Entre dichas decisiones se destaca la genética, el sistema de alimentación, el manejo sanitario y la aplicación de buenas prácticas de manejo.

Es importante destacar que más allá del sistema de producción y de la especie en cuestión, el factor clave es la capacitación del personal que trabaja con los animales en todos y cada uno de los eslabones de la cadena cárnica. Además de su relevancia desde el punto de vista ético, existe suficiente evidencia científica sosteniendo que las buenas prácticas de manejo, se verán reflejadas tanto en un incremento de producción como en la mejora de la calidad del producto obtenido, lo que puede traducirse en efectos positivos sobre los ingresos y la rentabilidad de las empresas agropecuarias (del Campo, 2006).

Bienestar Animal en el transporte y en las etapas previas a la faena

El transporte y la espera en frigorífico constituyen factores clave en la cadena de producción, tanto desde el punto de vista del BA como de la calidad del producto. Un mal manejo de los animales puede generar pérdidas importantes para la cadena de la carne en lo que tiene que ver con calidad de canal (pérdida de PV por deshidratación, hematomas, lesiones, petequias, decomisos por inyectables u otros) y de carne (carnes DFD y PSE). Las Auditorías Nacionales de Calidad de Carne realizadas por INIA e INAC en los años 2003-2004 y 2007-2008, han permitido cuantificar estas pérdidas e implementar estrategias de mejora a nivel de los distintos eslabones de la cadena de producción.

En general, se considera que el estrés psicológico y físico serían inevitables durante estas etapas, ya que los animales se enfrentan a diversos factores novedosos y estresantes en un período de tiempo corto (posible mezcla de animales, carga y descarga, movimiento del vehículo, cambios de temperatura y humedad, etc. (Jacobsen et al., 1993; Marahrens et al., 2003; Schaefer et al., 1997). En Uruguay, las distancias recorridas y la duración del transporte son relativamente cortas si se comparan con otros países, pero seguramente existan otros factores que deban ser evaluados y mejorados, tales como la calidad de la conducción, estado de los camiones, el manejo durante la carga y la descarga y el manejo en el camino, el estado de las rutas.

El ayuno previo a la faena presenta ciertas ventajas en lo que tiene que ver con la facilidad operativa y la inocuidad alimentaria. Sin embargo, es importante considerar que ayunos muy prolongados pueden provocar efectos muy negativos en el BA debido a las sensaciones de hambre, podrían aumentar la incidencia de carnes de baja calidad y disminuir el peso de la canal. A nivel internacional, no existe un acuerdo acerca de la duración ideal del ayuno *pre* faena. Este dependerá de la duración y las condiciones del transporte, del vehículo, la alimentación, etc.. En la práctica actual, el ayuno previo a la faena en el Uruguay es de alrededor de 12-15 horas y se realiza habitualmente para disminuir el contenido gastrointestinal y así reducir el riesgo de contaminación de las canales al momento del eviscerado, para dar tiempo a la inspección veterinaria en pie y además para permitir la planificación de la faena. El principal problema reside en que generalmente no se conoce el tiempo que los animales esperarán en la planta de faena, por lo cual no se podría planificar las horas de ayuno exactamente (Manteca et al., 1996).

A la luz de la información diferente y en muchos casos contradictoria, tanto respecto a transporte como al tiempo de espera previo a la faena, se considera fundamental la generación de conocimiento a nivel nacional. A su vez, los resultados productivos, fisiológicos y comportamentales que pretenden cuantificar el BA, deben interpretarse en el marco del diseño y condiciones de cada experimento o situación y requieren de una interpretación integral, acorde al contexto productivo/industrial en que han sido generados.

Bienestar Animal y Calidad de Carne

Las características o factores de calidad de la carne pueden agruparse en cinco grandes grupos:

- 1- Factores bioquímicos (pH, capacidad de retención de agua, colágeno, estado y consistencia de la grasa, estado de las proteínas, viscosidad, estabilidad oxidativa)
- 2- Factores sensoriales u organolépticos (color, veteado, exudado, dureza, jugosidad, sabor y olor)
- 3- Factores nutricionales (valor proteico, aminoácidos esenciales, grasa, composición en ácidos grasos, vitaminas y minerales)
- 4- Factores higiénicos y toxicológicos (como garantía de no producir un riesgo para la salud del consumidor)
- 5- Factores de calidad social (como garantía de que la carne ha sido producida considerando el Bienestar animal y el medio ambiente).

Si bien el bienestar de los animales atribuye valor a la carne en forma directa (calidad social), se destaca el efecto negativo que puede ocasionar el estrés sobre los factores

sensoriales, bioquímicos e higiénicos. Este se debe a la ocurrencia de procesos anormales en la transformación de músculo en carne, donde podría afectarse el pH, el color, la jugosidad y la terneza, entre otros (del Campo, 2006).

Uruguay - INIA

Los elevados precios internacionales de la carne y la apertura de nuevos mercados han determinado, en los últimos años, la intensificación de los sistemas de engorde en el Uruguay. Es así que en la actualidad conviven los sistemas pastoriles tradicionales con los de engorde a corral, pasando por una serie de sistemas intermedios con distinto grado de intensificación.

Para países como Uruguay, cuyo desarrollo económico depende en gran medida del crecimiento de estas exportaciones, las exigencias de los consumidores de los países de mayor poder adquisitivo, marcan la dirección de la producción y determinan las características de los productos. La sensibilización sobre el BA se ha consolidado especialmente en los países desarrollados, constituyéndose en un importante elemento de presión para el sector ganadero. Estos mercados, en forma creciente utilizan como base la información con garantías de sólida base científica, que certifica la calidad tanto intrínseca como extrínseca del producto. Sin embargo, existe escasa información a nivel internacional respecto al BA en sistemas de producción extensivos o semiextensivos. En Uruguay, la Investigación en estos aspectos es de reciente atención, por lo que nuestro desafío como país exportador, además de considerar el aspecto ético, será el de generar información que permita conocer y demostrar científicamente los atributos y limitantes de nuestros sistemas de producción (del Campo y Montossi, 2007).

En este contexto, en los últimos años INIA ha encarado su trabajo científico con una perspectiva integracionista de la cadena cárnica (productor-industria, consumidor) al momento de definir sus líneas de trabajo, realizando un gran esfuerzo en la definición y ejecución de líneas de investigación que integran la temática del BA en los diferentes proyectos de investigación. El desafío es hoy, mejorar la eficiencia de los procesos de producción y la calidad del producto, sin afectar las características favorables de los sistemas extensivos (bajo costo de producción, calidad nutricional de la carne) y sin comprometer el bienestar animal y el medio ambiente.

El abordaje del BA desde una perspectiva económica, lo considera como una herramienta de mercado en que su importancia se sustenta en el posible efecto negativo sobre las características de la canal y la carne. De esta forma, se constituye en un determinante de la productividad, calidad y homogeneidad del producto obtenido. La postura económica o de mercado en forma aislada naturalmente no refleja el valor moral del ser humano o país que la sostiene. Sin embargo, se considera que la misma podría ser utilizada como camino de sensibilización en aquellos sitios en que el contexto socioeconómico y cultural, o la realidad de mercado, no permite establecer al BA como prioritario. La educación y concienciación de la población ante estos “nuevos” temas, podría ser encarada inicialmente desde esta perspectiva, considerando que podría ser un estímulo suficiente para alcanzarla (del Campo, 2006).

Es importante destacar que a nivel de INIA y de otras instituciones tales como el IPA, el BA no es considerado solamente desde esa perspectiva, sino que se está realizando una apuesta educativa a largo plazo, incluyendo temas referentes a ética y valores en las actividades de educación y capacitación que se realizan. Nuestro país se ha distinguido en el mundo desde siempre por el nivel intelectual y moral de su población, por lo que consideramos que se debe

otorgar fundamental importancia a la capacidad de reflexión de los uruguayos, sea cual sea su nivel educativo formal.

Resultados Experimentales

En los últimos años (2005 a 2010) se han realizado una serie de experimentos con el objetivo general de evaluar el efecto de diferentes sistemas de alimentación y manejo previo a la faena, sobre el bienestar animal y la calidad de la canal y la carne de novillos en terminación.

Experimento 1

M. del Campo, G. Brito, D. Vaz Martins, J.M. Soares de Lima, R. San Julián, C. Sañudo, X. Manteca, P. Hernández, F. Montossi.
Meat Science, 80 (2008): pp 753-760.

Objetivos específicos:

- ❖ Determinar el efecto de diferentes sistemas de alimentación con niveles incrementales de grano en la dieta, sobre la ganancia de peso vivo de los animales y días a la faena.
- ❖ Determinar el efecto de dichos sistemas de alimentación sobre el comportamiento de los animales en fase de producción.
- ❖ Determinar el efecto de dichos sistemas de alimentación, sobre la calidad de la canal y de la carne.
- ❖ Evaluar las respuestas individuales de los animales, ante diferentes situaciones de producción y /o estrés.
- ❖ Evaluar el efecto del temperamento sobre la calidad de la carne.

Materiales y métodos:

Se utilizaron 84 novillos Hereford de 391 kg de peso vivo y 1½ años de edad, asignados a cuatro sistemas de alimentación, con niveles incrementales de grano en la dieta:

T1) pastura (oferta de forraje-OF) 4% PV, sin uso de suplemento

T2) pastura + grano de maíz al 0.6% PV

T3) pastura + grano de maíz al 1.2% PV

Pastura: pradera artificial de alfalfa, trébol blanco y festuca.

T4) a corral (al aire libre, piso de concreto): concentrado + heno de alfalfa a voluntad

Los animales de todos los tratamientos tenían libre acceso a agua y sales minerales.

Determinaciones *In vivo*:

- Peso vivo cada 14 días; Área de ojo de bife (AOB, 12-13ª costilla) y Espesor de grasa subcutánea (EGS, 12-13ª costilla y cuadril-P8), por ultrasonografía cada 28 días.

- Temperamento cada 28 días con los siguientes tests:

- a. CS - resistencia al encierro: Escala 1-5 donde 1 es un animal calmo y 5 un animal combativo.
- b. FT - tiempo de huída: 5 metros
- c. EV - velocidad de huída: Anda -Trota - Corre

Se construyó un índice de temperamento multicriterio con los resultados de los 3 tests (Analytic Hierarchy Process-AHP, Saaty, 1980).

- Indicadores fisiológicos de estrés cada 28 días:
 - a. Proteínas de fase aguda (PFA): Haptoglobina (también al deguello)
 - b. Metabolitos de cortisol en heces.
- Comportamiento (observación directa cada 28 días desde 7 am - 20 pm) con la metodología Scan sampling y con un intervalo de muestreo de 15 minutos. Estados y Eventos registrados: Parado/echado, Camina, Pastorea, Suplemento, Rumia, Otros.
- Sanidad: monitoreo diario del estado sanitario de los animales.

Determinaciones en la Canal:

Tipificación UE y Uruguay: Conformación 6 niveles (SEUROP – INACUR), Terminación 5 niveles (1-5 y 0-4); Peso de canal caliente (PCC); Descenso de pH y temperatura (*Longissimus dorsi* - LD 12-13^a costilla a 1, 3, 24 horas *pm*); Peso corte pistola (CP - cuarteo 5^a y 6^a costilla a 24 horas *pm*); Peso 7 cortes valiosos del trasero (7C); Peso del Rump & Loin (R&L); Composición de tejidos en el corte pistola (% músculo, grasa y hueso - UK); Rendimiento de carne (7 cortes/pistola, R&L/pistola); Color de la grasa (L^* , a^* , b^*) 24 horas *pm*; Espesor de grasa subcutánea a las 24 horas *pm* (mm).

Determinaciones en Carne:

Se extrajeron 2 muestras de LD de 2.54 cm, que fueron maduradas durante 7 y 20 días a 2-4°C para determinar: color (L^* , a^* , b^*) luego de 1 hora de blooming; Fuerza de corte (FC - Warner Bratzler) y Pérdidas por cocción (%).

Análisis estadístico:

Los datos fueron analizados mediante tests paramétricos y no paramétricos con los paquetes estadísticos SAS 2007; Statgraphics plus 5.1, 2001; y SPSS v.16, 2007.

Resultados y discusión:

Ganancia de peso

Las ganancias de peso vivo, AOB y EGS estuvieron directamente relacionadas al nivel de energía de la dieta, determinando diferentes fechas de terminación y faena. Si bien desde el punto de vista productivo la mejor alternativa fue la terminación a corral, estos animales vieron afectado su bienestar a nivel individual, tanto en lo que se refiere a una mayor incidencia de enfermedades, como a una mayor tasa de mortalidad.

Cuadro 1. Ganancia de peso vivo, de área de ojo de bife y de espesor de grasa subcutánea, según Tratamiento.

	Tratamientos			
	T1	T 2	T3	T4
Ganancia diaria de peso (kg/an/día)	0.52 ^d ± 0.05	0.94 ^c ± 0.05	1.12 ^b ± 0.05	1.56 ^a ± 0.05
Ganancia de Área de ojo de bife (cm ² /an/día)	0.05 ^b ± 0.01	0.08 ^b ± 0.01	0.08 ^b ± 0.01	0.17 ^a ± 0.01
Ganancia de espesor de grasa subcutánea (mm/an/día)	0.03 ^c ± 0.00	0.04 ^b ± 0.00	0.06 ^a ± 0.00	0.07 ^a ± 0.00

T1) pastura, T2) pastura + grano al 0.6% PV, T3) pastura + grano al 1.2% PV, T4) a corral.
Valores dentro de la misma línea con diferente letra difieren con p<0.05

Temperamento

Animales más calmos o tranquilos tuvieron mayores ganancias de peso en todos los Tratamientos (Figura 1). Estos resultados coinciden con los reportados por Voisin et al. (1997) quienes encontraron mayores ganancias diarias (0.19 kg/día) en novillos *Bos Taurus* de temperamento tranquilo, al compararlos con animales de temperamento excitable.

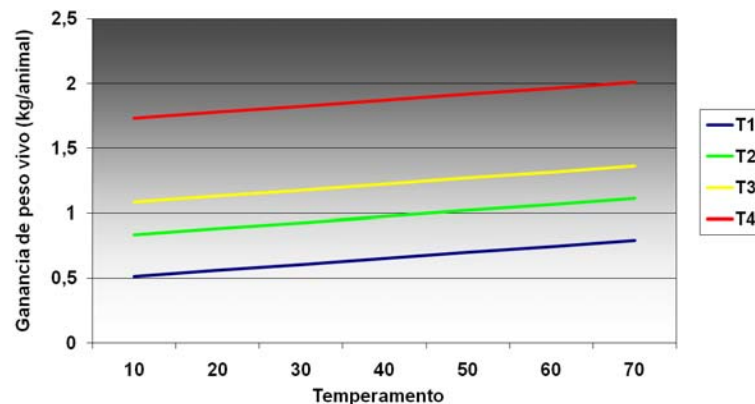


Figura 1. Ganancia de peso y Temperamento según Tratamiento.

Nota: Mayores valores de temperamento implican animales más calmos.

T1) pastura, T2) pastura + grano al 0.6% PV, T3) pastura + grano al 1.2% PV, T4) a corral.

El cumplimiento de protocolos de Buenas Prácticas de Manejo (BPM), determinó un efecto positivo en la evolución del temperamento de los animales, especialmente en aquellos sistemas de producción que implicaron mayor contacto con el hombre (suplementados). Existen diversas herramientas para medir temperamento animal, entre ellas el “Tiempo de Huida” que es el tiempo que demora un animal en recorrer una distancia estipulada de antemano cuando es liberado de una situación de encierro. Esta se considera una herramienta objetiva, segura y rápida, que puede ser implementada fácilmente a nivel de producción.

Fisiología

La concentración de PFA no difirió entre Tratamientos dentro de cada fecha, pero varió entre fechas ($p < 0.05$). Los resultados de los tests de medianas Kruskal Wallis y Mood, muestran que los Tratamientos 2 y 4 tuvieron un incremento significativo de estos valores respecto a los valores basales, durante la segunda fecha de determinación (Figura 2). La concentración de estas proteínas puede cambiar en animales que se encuentran bajo desafíos internos o externos tales como infecciones, inflamaciones, cirugías y también ante situaciones de estrés (Eckersall, 2000).

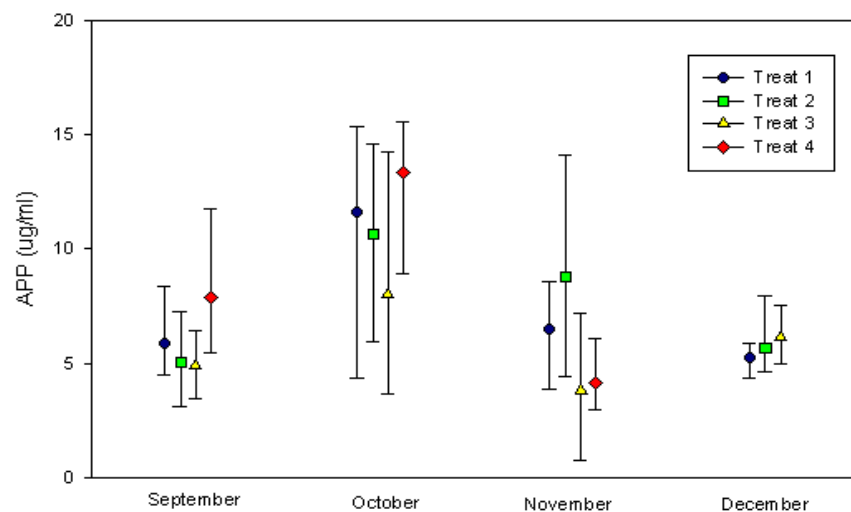


Figura 2. Concentración de Haptoglobina en los diferentes Tratamientos y en los diferentes momentos evaluados. Las líneas representan la mediana, el percentil 25 y el percentil 75.

T1) pastura, T2) pastura + grano al 0.6% PV, T3) pastura + grano al 1.2% PV, T4) a corral.

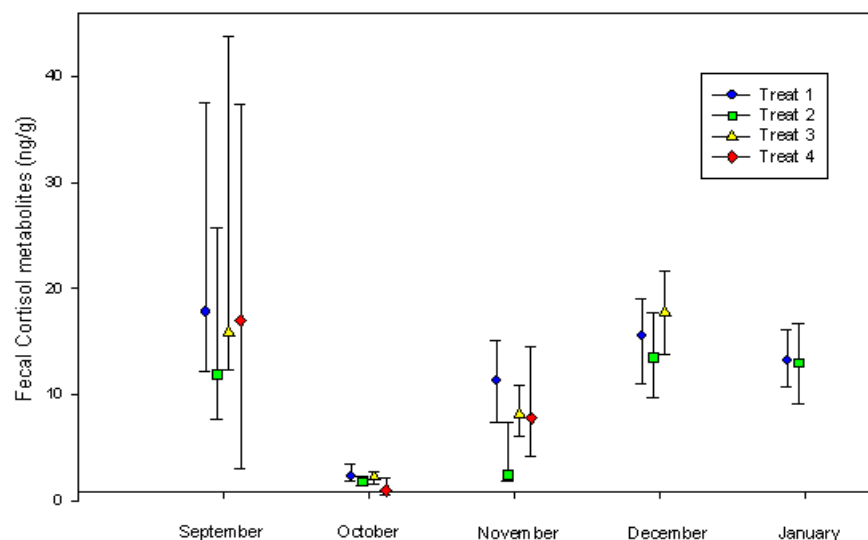


Figura 3. Concentración de Cortisol fecal en los diferentes Tratamientos y en los diferentes momentos evaluados. Las líneas representan la mediana, el percentil 25 y el percentil 75. T1) pastura, T2) pastura + grano al 0.6% PV, T3) pastura + grano al 1.2% PV, T4) a corral.

La concentración de cortisol fecal tampoco mostró diferencias entre los Tratamientos dentro de cada fecha, pero al igual que la haptoglobina, fue afectada por el tiempo ($p < 0.05$). Los resultados de los tests de medianas Kruskal Wallis y Mood, muestran que todos los tratamientos tuvieron una disminución en la concentración de cortisol durante la segunda determinación (Figura 3). El día previo a la segunda extracción de sangre, se registraron precipitaciones de 40 mm y vientos de 113 km/h en la Estación Meteorológica de INIA La Estanzuela (GRAS, 2008). La activación del eje Hipotálamo-Hipófisis-Glándulas Adrenales (HHA) en respuesta a un evento aversivo, depende del control que el animal pueda ejercer sobre el factor estresante (Anderson et al., 1996). Se considera entonces que la actividad del “sistema” fue cambiada debido a un estado de estrés crónico que provocó la reducción de la sensibilidad del eje HHA. Ante estas circunstancias, cada nivel del eje se ve sometido a señales opuestas (estimulación y feed back negativo a través de los corticosteroides), llamándose a este momento “de resistencia” (Selye, 1956). Un incremento del nivel de corticosteroides no significa que se vea afectado el BA (Moberg, 2000; Romero, 2004) pero la activación crónica del eje HHA registrada en este experimento, sugiere un alto nivel de estrés y probablemente sufrimiento. Los valores volvieron a la normalidad en la siguiente fecha ($p < 0.05$; Figura 3), lo que sugiere que la adaptación a desafíos ambientales a nivel del sistema adrenocorticotrópico, es flexible y dinámica, pudiendo presentar una mayor o menor sensibilidad debido por ejemplo a cambios reversibles en la densidad y sensibilidad de los receptores de ACTH y cortisol (Mormède et al., 2007). También la concentración de PFA volvió a los valores basales luego de la segunda fecha. Se considera que la respuesta fisiológica fue más grave en los Tratamientos 2 y 4 (considerando el incremento mencionado de las PFA en dicho momento). Es importante destacar que en el Tratamiento confinado los animales presentaban restricciones de movimiento (hacinamiento), estaban forzados a un permanente contacto social, presentaban una menor capacidad de respuesta frente a inclemencias climáticas, y lo que probablemente sea más importante, no les era posible manifestar ciertos comportamientos relevantes para la especie, llamados comportamientos de demanda inelástica, tales como el pastoreo y la exploración. Todas estas condiciones pueden

haber contribuido a que los animales confinados mostraran una mayor dificultad para habituarse a las condiciones de producción.

El momento inmediato previo al noqueo parece ser de gran relevancia en lo que tiene que ver con respuestas fisiológicas de estrés, observándose un incremento significativo de las proteínas de fase aguda en este momento en los diferentes Tratamientos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Concentración de PFA (ug/ml) en el predio previo al embarque y durante la faena según Tratamiento. Medianas y significancia.

Tratamientos	Pre embarque (ug/ml)	Faena (ug/ml)	Significancia
1	10.6	14.02	*
2	5.4	12.2	**
3	5.1	5.4	ns
4	4.2	21.5	**

p<0.05 , **p<0.01, ns: no significativo

T1) pastura, T2) pastura + grano al 0.6% PV, T3) pastura + grano al 1.2% PV, T4) a corral.

Comportamiento

Todos los tratamientos fueron discriminados al analizar la frecuencia de los diferentes comportamientos utilizando un árbol de clasificación/decisión, con un procedimiento multivariante (SPSS v.16, 2007) (Figura 4).

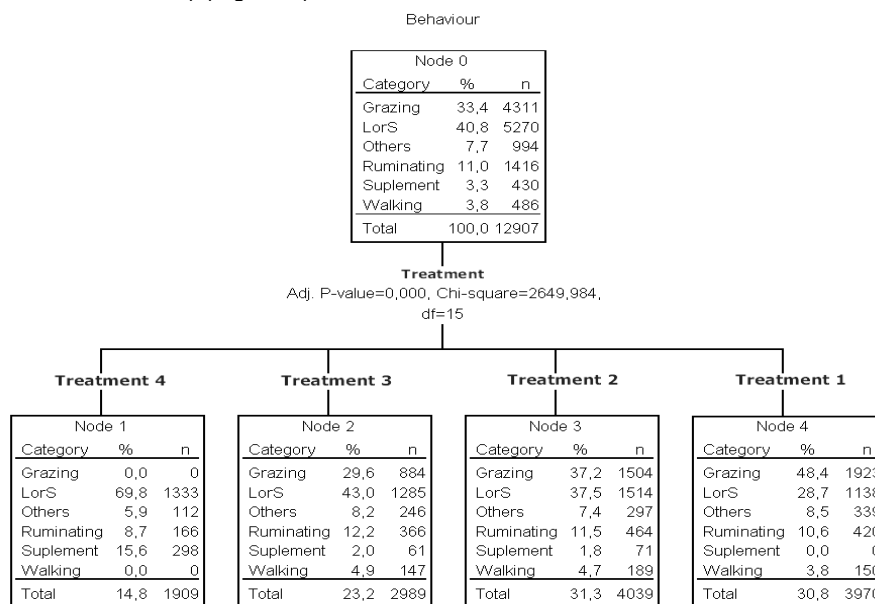


Figura 4. Clasificación de los Tratamientos en base a la distribución de frecuencia de los diferentes comportamientos o eventos.

T1) pastura, T2) pastura + grano al 0.6% PV, T3) pastura + grano al 1.2% PV, T4) a corral.

Cuadro 3. Coeficientes de significancia de 1º, 2º, 3º y 4º grado para patrones diarios de comportamiento, y diferencias entre Tratamientos.

	<i>Intercepto</i>	<i>Lineal</i>	<i>2º orden</i>	<i>3º orden</i>	<i>4º orden</i>	<i>Diferencia entre tratamientos</i>
Pastoreo	**	**	**	**	**	T1>T2>T3
Rumia	**	**	**	**	**	(T1=T2=T3)>T4
Suplemento	**	**	**	**	**	(T2=T3)<T4
Echado/Parado	**	**	**	ns	**	T1<T2<T3<T4

* p< 0.05, **p< 0.01, ns: no significativo

T1) pastura, T2) pastura + grano al 0.6% PV, T3) pastura + grano al 1.2% PV, T4) a corral.

Las curvas de tendencia que se ven en la Figura 5 fueron construidas con ecuaciones polinómicas de 4º grado (Cuadro 3) y muestran que a pesar de algunas diferencias en las frecuencias de pastoreo, rumia y parado/echado, los patrones diarios de pastoreo no se vieron alterados en los tratamientos en base a pasturas. Este es un criterio suficiente para expresar que no se vio afectado el BA en estos tratamientos (Young et al., 1994). La imposibilidad de pastorear en el T4 puede haber tenido un efecto sobre el BA, considerando las consecuencias fisiológicas de estas restricciones de conducta. Sin embargo, es necesario investigar en profundidad los sistemas motivacionales que hay detrás de cada uno de los comportamientos, de forma de arribar a conclusiones certeras sobre el efecto de la privación de éstos, sobre el BA (Petherick y Rushen, 2005).

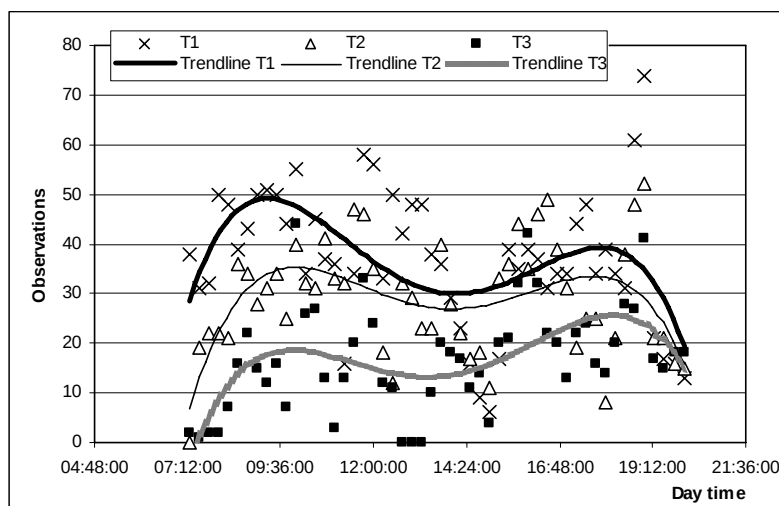


Figura 5. Frecuencia diaria de pastoreo y distribución, en T1, T2 y T3.

T1) pastura, T2) pastura + grano al 0.6% PV, T3) pastura + grano al 1.2% PV.

Determinaciones en Canal y Carne

Los Tratamientos intermedios (T2 y T3), mostraron los mayores pesos de canal caliente y T3 mostró el mayor peso de corte pistola y de los 7 cortes valiosos (p<0.05). El R&L representa el mayor valor comercial de la canal y algunos mercados incluso requieren un cierto peso de cada corte. En este experimento, el peso del R&L y el rendimiento del mismo no mostraron diferencias

entre Tratamientos. Tampoco se obtuvieron diferencias en proporción de músculo en el corte pistola con las diferentes alternativas de intensificación, pero el porcentaje de grasa de la misma fue mayor en los tratamientos con mayor nivel energético de la dieta (Figura 6). Esto fue coincidente con los mayores niveles de engrasamiento registrados en estos Tratamientos según la escala subjetiva de la Unión Europea y de Uruguay.

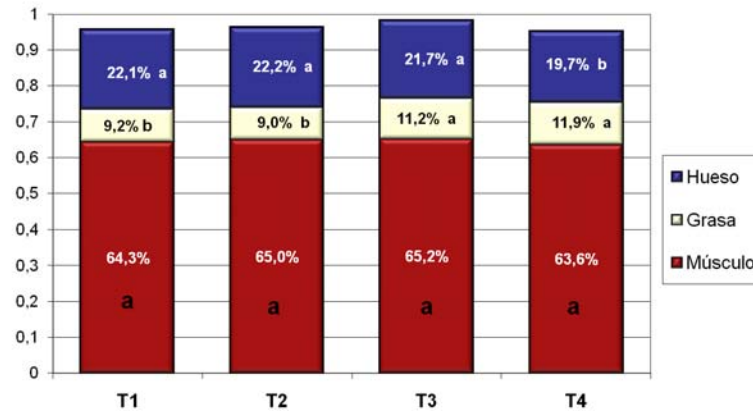


Figura 6. Composición de tejidos en el corte pistola según Tratamiento.

Valores dentro de la misma línea con diferente letra difieren con $p < 0.05$

T1) pastura, T2) pastura + grano al 0.6% PV, T3) pastura + grano al 1.2% PV, T4) a corral.

El espesor de grasa subcutánea no presentó diferencias entre Tratamientos, obteniéndose una media general de 10.36, una desviación típica residual (σ) de 2.81 y 27.1 de coeficiente de variación (CV).

Como es posible observar en la Figura 7, el índice de amarillamiento de la grasa disminuyó a medida que incrementaba el porcentaje de grano en la dieta. Esto es debido a la mayor concentración de pigmentos carotenoides en las pasturas, coincidiendo con resultados obtenidos por diversos autores tales como Realini et al. (2004).

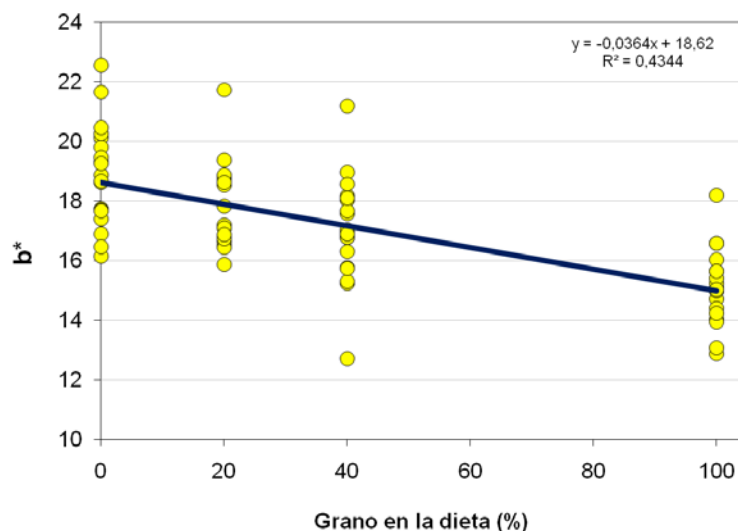


Figura 7. Índice de amarillo (*b) de la grasa según porcentaje de grano en la dieta.

En relación al color de la carne, no se registraron diferencias entre los tratamientos en base a pasturas, pero todos presentaron carnes con mayor índice de rojo que la proveniente del sistema a corral. Estos resultados estarían explicados por la dieta (dietas altamente energéticas disminuyen la concentración de pigmentos hemínicos), la mayor edad de los animales en base a pasturas y el mayor ejercicio que realizaban éstos (mayor concentración de mioglobina), en comparación a los del Tratamiento confinado.

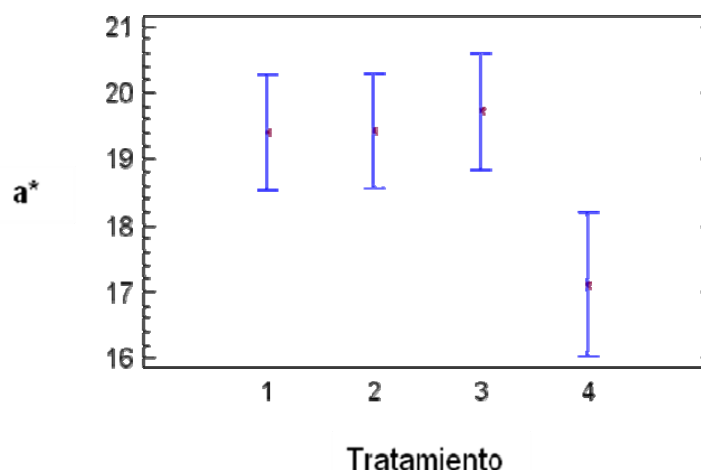


Figura 8. Índice de rojo de la carne (a^*), según Tratamiento.
T1) pastura, T2) pastura + grano al 0.6% PV, T3) pastura + grano al 1.2% PV, T4) a corral.

Los valores de pH a las 24 horas *pm* fueron mayores en las canales del T1 al compararlas con las de T2 y T4 (Cuadro 4). Estos resultados coinciden con los de diversos autores que sostienen que el descenso de pH está en función de la concentración de glucógeno del músculo y por lo tanto del contenido energético de la dieta (Daly et al., 2002; Immonen et al., 2000).

La carne de los animales provenientes de pastura presentó menores valores de fuerza de corte que la carne de feed lot, en los dos tiempos de maduración evaluados (7 y 20 días - Cuadro 4). Estos resultados coinciden con los reportados por Realini et al. (2004), registrando 2.8 y 3.5 kg (valores de fuerza de corte), para animales de pastura y concentrado, respectivamente.

Cuadro 4. pH y Fuerza de corte según Tratamiento, con 7 y 20 días de maduración.

	Tratamientos			
	1	2	3	4
pH 24 hs	5.70 ^a ± 0.03	5.54 ^b ± 0.03	5.73 ^a ± 0.03	5.47 ^b ± 0.03
FC 7 días	3.17 ^c ± 0.25	4.17 ^{ab} ± 0.25	3.57 ^{bc} ± 0.24	4.51 ^a ± 0.30
FC 20 días	2.87 ^b ± 0.16	3.78 ^a ± 0.16	3.26 ^b ± 0.16	3.98 ^a ± 0.19

Valores dentro de la misma línea con diferente letra difieren con $p < 0.05$

T1) pastura, T2) pastura + grano al 0.6% PV, T3) pastura + grano al 1.2% PV, T4) a corral.

Por otra parte, la carne proveniente de animales más calmos, presentó menores valores de fuerza de corte, independientemente del sistema de alimentación (Figura 9).

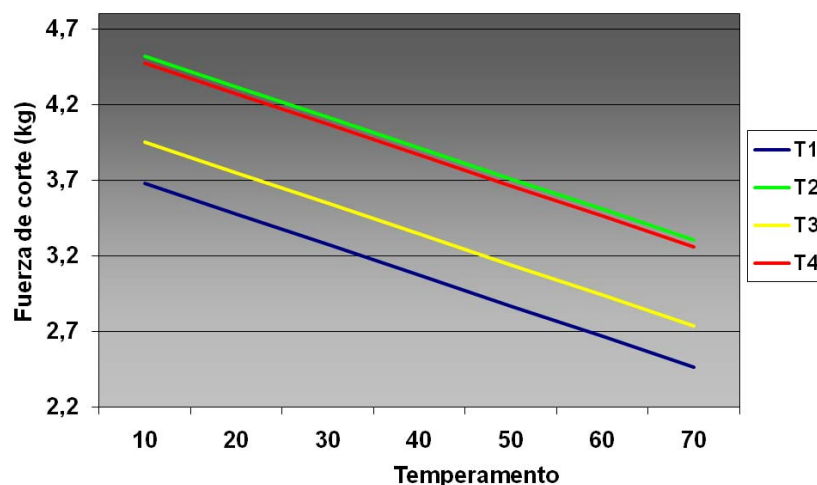


Figura 9. Fuerza de corte y Temperamento según Tratamiento.

Nota: Mayores valores de temperamento implican animales más calmos

T1) pastura, T2) pastura + grano al 0.6% PV, T3) pastura + grano al 1.2% PV, T4) a corral.

La mayor descarga simpática (adrenalina y noradrenalina) en animales más temperamentales provocaría el consumo del glucógeno del músculo, impidiendo su correcta acidificación y afectando en forma negativa las características organolépticas de la carne. Además, podría existir un efecto negativo del estrés y por tanto del temperamento sobre la terneza, a través de la acción de ciertas proteínas que se producen ante situaciones de estrés (proteínas de choque térmico), cuyas características funcionales sugieren que puedan constituir un obstáculo para la maduración de la carne. Por otra parte, la alteración del metabolismo asociado a mayores condiciones de estrés, podría crear condiciones menos favorables para la proteólisis o acción de las calpaínas (King et al., 2006).

No se registraron diferencias entre Tratamientos, en relación a las pérdidas por cocción ($p < 0.05$).

Conclusiones parciales Experimento 1:

- El BA se vio comprometido en animales del sistema confinado.
- La productividad no es suficiente para determinar estados de BA.
- Se observó una respuesta de estrés muy importante en el momento previo a la faena.
- El temperamento presenta importante efecto sobre la ganancia de peso vivo y sobre la terneza de la carne.
- Dietas con mayor nivel energético permiten reducir el período de terminación.
- La terneza de la carne es menor cuando la dieta no incluye el componente pastura.

Experimento 2

M. del Campo, N. Darricarrere G. Brito, P. Hernández, X. Manteca, J.M. Soares de Lima, F. Montossi.

Meat Science, 86 (2010) pp 908-914.

Objetivos específicos:

- ❖ Determinar el efecto del transporte y de dos tiempos contrastantes de espera, sobre diferentes indicadores fisiológicos relativos al Bienestar animal.
- ❖ Determinar el efecto de dos sistemas de alimentación y dos tiempos contrastantes de espera sobre el comportamiento de los animales en corrales de matadero.
- ❖ Determinar el efecto de dos sistemas de alimentación y dos tiempos contrastante de espera sobre la calidad de la canal y de la carne.
- ❖ Evaluar las respuestas individuales de los animales ante diferentes situaciones de estrés previas a la faena.
- ❖ Evaluar el efecto del temperamento sobre la calidad de la canal y de la carne.

Materiales y métodos:

Se utilizaron 60 novillos Braford y Hereford de 2½ años de edad, asignándose equitativamente animales de ambas razas, a dos estrategias de alimentación y dos tiempos contrastantes de espera (3 y 15 horas) en corrales de frigorífico, previo a la faena.

Tratamientos

D1) campo natural + grano de maíz al 1% PV

D2) campo mejorado en cobertura (*lotus corniculatus* y trébol blanco)

Los animales de ambos tratamientos tenían libre acceso a agua de bebida.

Determinaciones *In vivo*:

- Peso vivo cada 14 días.

- Temperamento cada 14 días con los siguientes tests:

- a. CS - resistencia al encierro: Escala 1-5 donde 1 es un animal calmo y 5 un animal combativo.
- b. FT - tiempo de huída: 5 metros
- c. EV - velocidad de huída: Anda -Trota - Corre

Se construyó un índice de temperamento multicriterio con los resultados de los 3 tests (Analytic Hierarchy Process-AHP, Saaty, 1980).

- Indicadores fisiológicos de estrés en 4 momentos:

A: previo al transporte, B: post transporte, C: post espera, D: al sacrificio.

- a. Cortisol
- b. Creatin fosfoquinasa (CPK)
- c. Hematocrito
- d. Ácidos grasos libres (AGL)
- e. Beta hidroxibutirato (BHB)

- Comportamiento en corrales de frigorífico (observación directa 1.5 horas en espera corta y 7 horas en espera larga) con las siguientes metodologías:
 - a. Instantaneous Scan sampling con un intervalo de muestreo de 8 minutos. Estados y Eventos registrados: Parado/echado, Camina, Pastorea, Suplemento, Rumia, Toma agua, Autocuidado, Comportamiento social, Comportamientos negativos.
 - b. Behaviour Technique sampling con un intervalo de muestro de 7 minutos entre 2 períodos de scan. Comportamientos registrados: Montas y Peleas.
- Sanidad: monitoreo diario del estado sanitario de los animales.

Transporte y Faena:

Los animales se faenaron el mismo día en 2 grupos. Cada grupo estuvo constituido por el 50 % de los animales de D1 y el 50 % de D2. El transporte fue de 4 horas en un camión comercial con dos compartimentos y una densidad de carga de 420 kg/m² (1–1.2 m²/cabeza) acorde a los protocolos de la planta faenadora y las recomendaciones existentes a nivel internacional y nacional. Los grupos permanecieron en corrales de espera durante 15 y 3 horas. El primer grupo lo hizo durante horas de la noche y el segundo durante horas de la mañana, siendo el primer y último grupo de faena de ese día. Los animales de cada dieta y cada grupo de faena no se mezclaron en el camión ni en frigorífico.

Determinaciones en la Canal:

Tipificación Uruguay: Conformación 6 niveles (INACUR), Terminación 5 niveles (0-4); Peso de canal caliente (PCC); Descenso de pH y temperatura (*Longissimus dorsi* - LD 12-13^a costilla a 1, 3, 24 horas *pm*); Peso corte pistola (CP - cuarteo 5^a y 6^a costilla a 24 horas *pm*); Peso 7 cortes valiosos del trasero (7C); Peso del Rump & Loin (R&L); Rendimiento de carne (7 cortes/pistola, R&L/pistola); Color de la grasa (L*, a*, b*) 24 horas *pm*; Espesor de grasa subcutánea a las 24 horas *pm* (mm).

Determinaciones en Carne:

Se extrajeron 2 porciones de LD:

- a. Espesor de 1 cm, que se congeló para la posterior determinación de contenido de lípidos.
- b. Espesor de 2.54 cm, que fue madurada durante 7 días a 2-4 °C para determinar: color (L*, a*, b*) luego de 1 hora de blooming; Marbling subjetivo con la escala de USDA, Fuerza de corte (FC - Warner Bratzler) y Pérdidas por cocción (%).

Análisis estadístico:

Los datos fueron analizados mediante tests paramétricos y no paramétricos con los paquetes estadísticos SAS 2007; Statgraphics plus 5.1, 2001; y SPSS v.16, 2007.

Resultados y discusión:

Ganancia de peso

No se registraron diferencias en la ganancia de peso entre Tratamientos (0.63 ± 0.02 en D1, 0.64 ± 0.02 en D2; $p < 0.05$), lográndose en ambos casos las ganancias planificadas. El contenido de proteína cruda de las pasturas en nuestro país parece no ser restrictivo para la producción animal (Rovira, 1996) cubriendo los requerimientos de mantenimiento de los animales (Carámbula, 1996). El pastoreo no presentó restricciones en ningún tratamiento, los contenidos de proteína cruda estuvieron por encima de los valores considerados críticos (6 %) y las posibles restricciones de energía en D1, fueron compensadas con la suplementación energética realizada.

Los novillos Braford presentaron mayores ganancias de peso que los Hereford (0.73 ± 0.05 y 0.53 ± 0.05 , respectivamente; $p < 0.05$) y animales más calmos tuvieron mayores ganancias de peso que los más nerviosos dentro de ambas razas ($p < 0.05$), coincidiendo con resultados obtenidos por Voisin et al (1997 a).

No ocurrieron eventos sanitarios considerados importantes ni muertes durante el período experimental.

Temperamento

No se registraron diferencias de temperamento final en función de la dieta, pero los novillos Braford fueron más temperamentales y difíciles de manejar que los de raza Hereford, independientemente del sistema de alimentación (Cuadro 1). A pesar de que estas diferencias podrían deberse en parte a factores ambientales, las diferencias genéticas en cuanto a docilidad o excitabilidad del ganado bovino han sido demostradas por diferentes autores (Burrow, 1997). Yendo aún más lejos, dentro de *Bos Taurus*, la raza Hereford sería la más dócil (Stricklin et al., 1980; Tulloh, 1961).

Cuadro 1. Índice de Temperamento Inicial y Final según Tratamiento (y según raza dentro de cada dieta). Medias $\pm$ Error estándar

	D1 Campo natural + Grano		D2 Campo mejorado	
	Braford	Hereford	Braford	Hereford
Inicial por raza	$52.04^{bc} \pm 7.6$	$65.4^{abc} \pm 7.7$	$68.5^{ab} \pm 7.7$	$76.6^a \pm 7.8$
INICIAL	$58.7^B \pm 5.4$		$72.56^A \pm 5.6$	
Final por raza	$62.01^{abc} \pm 7.7$	$60.5^{abc} \pm 7.9$	$44.2^c \pm 7.7$	$63.9^{abc} \pm 8.0$
FINAL	$61.2^B \pm 5.6$		$54.1^B \pm 5.6$	

Nota: Mayores valores de temperamento implican animales más calmos

Si bien no se registraron eventos importantes de agresividad durante los experimentos, se destaca que el temperamento de los novillos Braford no evolucionó en forma positiva ni siquiera en el tratamiento suplementado. Esto implicaría que el cumplimiento de BPM se vuelve aún más relevante al momento de trabajar con razas más excitables y/o sus cruza.

Fisiología

Cada una de las etapas evaluadas, excepto el transporte, implicó un mayor nivel de estrés psicológico (cortisol) para ambos grupos de faena. De acuerdo a diferentes autores, los factores que determinan el estrés en el transporte son el diseño del vehículo, la densidad de carga, la ventilación, la calidad de la conducción y el estado de las rutas (Broom, 2003; Hartung, 2003; Tarrant y Grandin, 1993). En nuestro experimento, todos estos factores fueron estandarizados y optimizados, lo cual puede haber contribuido a la obtención de dichos resultados. Estos concuerdan con los obtenidos por otros autores como Ishiwata et al. (2008) quienes no encontraron diferencias en la concentración de cortisol en vacunos, luego del transporte. Los resultados de este trabajo sugieren que la respuesta fisiológica frente al estrés del transporte podría reducirse e incluso minimizarse, a través del cumplimiento de adecuadas medidas de manejo (buenas condiciones del camión y calidad de la conducción, respeto de la carga recomendada, manejo correcto durante la carga y la descarga, entre otros).

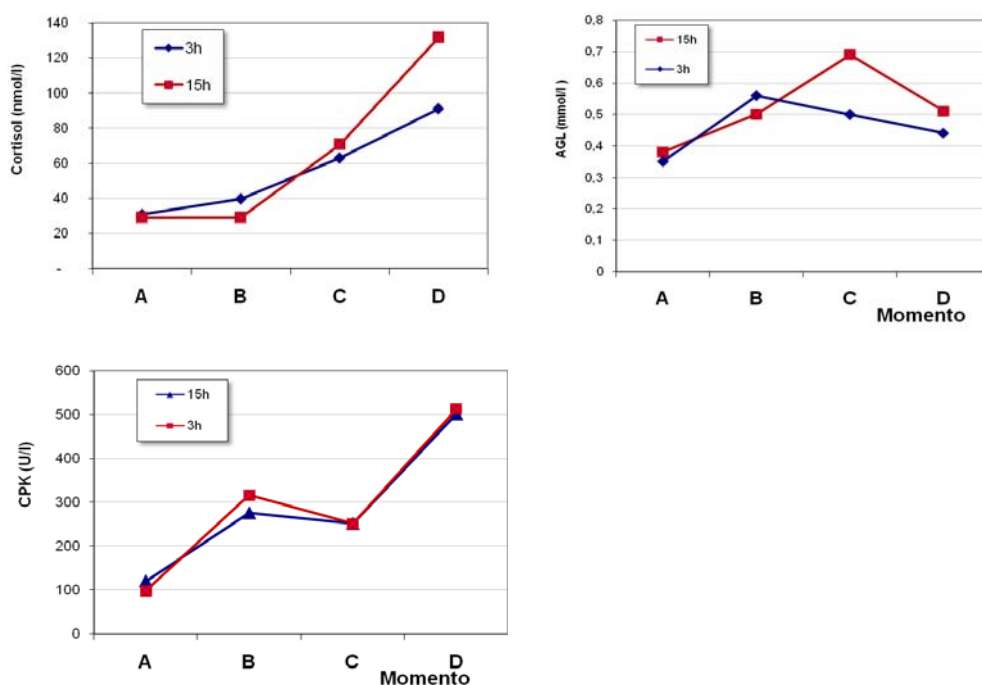


Figura 1. Concentración de Cortisol, CPK y AGL en diferentes etapas y para ambos Grupos de faena. A: previo al transporte, B: post transporte, C: post espera, D: al sacrificio.

Por otra parte, el momento inmediato previo al noqueo parece ser de gran relevancia en lo que tiene que ver con respuestas fisiológicas de estrés, observándose un incremento significativo de los niveles de corticosteroides en sangre en el momento previo al noqueo,

sugiriendo un estado de estrés emocional considerable que deberá estudiarse con mayor profundidad.

A su vez, animales más calmos también presentaron menores valores de cortisol en las diferentes etapas evaluadas, no solo al momento de la faena como se observa en la Figura 1 (Estimador: -0.002, $p < 0.05$), coincidiendo con resultados de otros autores como Curley et al. (2008) quienes reportaron que las características funcionales del eje HHA varían con el temperamento de los animales.

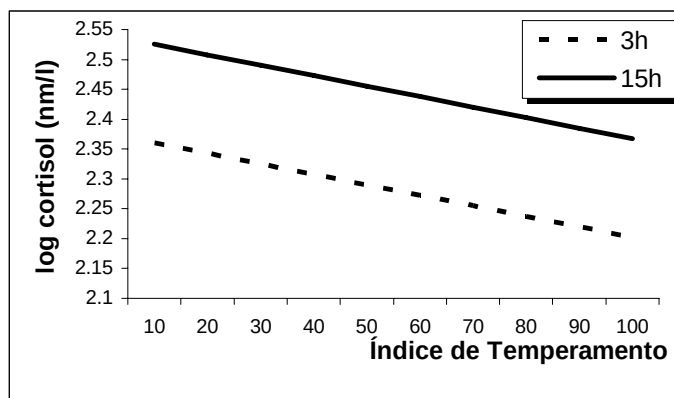


Figura 2. Índice de Temperamento y valores de cortisol (log) al momento de la faena. Líneas de Tendencia por Grupo de faena, estimadas por análisis de regresión ($R^2=0.30$).

Los animales de temperamento más calmo presentaron una menor respuesta de estrés tanto físico como emocional (es decir, también en los demás indicadores fisiológicos) en las diferentes etapas *pre* faena (transporte por carretera, espera en corrales, traslado al cajón de noqueo). Los factores estresantes parecen ser aditivos, por lo que la ocurrencia de factores estresantes múltiples en las etapas previas a la faena tendrían un efecto mayor sobre el bienestar animal y la calidad de la carne que cuando ocurren en forma aislada, siendo aún más importante este efecto en animales más excitables.

El incremento de los valores de CPK luego del transporte (Figura 1) se atribuyen a los intentos de los animales de mantener el equilibrio y la postura debido a las vibraciones y movimientos del camión, coincidiendo con resultados de diferentes autores (Van de Water et al., 2003). El incremento de los valores de AGL luego de la espera en corrales en el grupo de espera de 15 horas (Figura 1), ocurre debido a una necesaria movilización de reservas para el mantenimiento de la homeostasis, probablemente sumado al estrés ocasionado por el entorno o nuevo ambiente. Sin embargo, a pesar de que la actividad del eje incrementó en general luego de la espera, ésta no presentó diferencias entre ambos grupos. Es así que los resultados fisiológicos no permiten concluir que el grupo de espera de 15 horas haya tenido un mayor nivel de sufrimiento durante la misma.

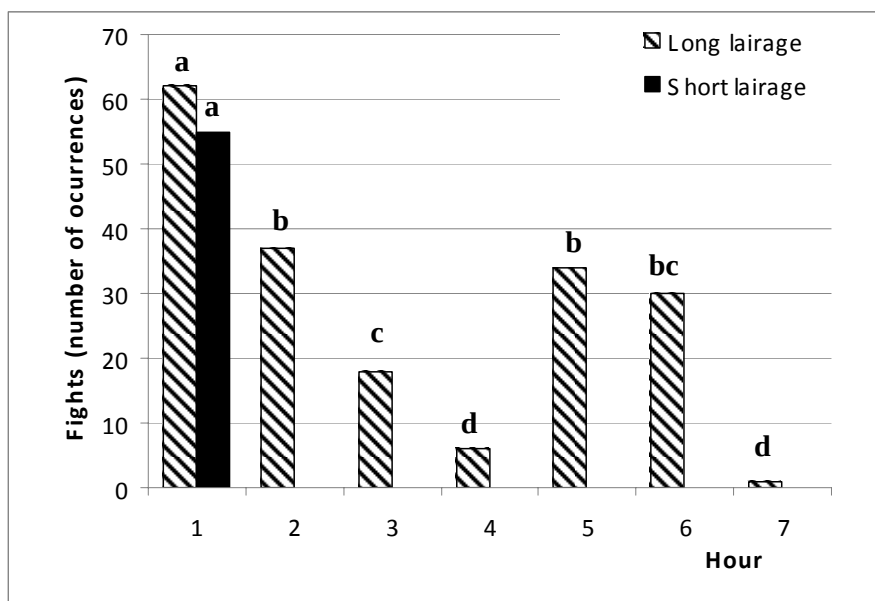


Figura 3. Número de peleas durante la primera hora en corrales de espera para ambos Grupo de Faena, y durante las horas consecutivas para el Grupo de 15 horas. Barras con distinta letra difieren $p < 0.05$.

No se obtuvieron diferencias significativas entre grupos de faena, en la frecuencia de peleas durante la primera hora en corrales (Figura 3; $p < 0.05$). La frecuencia de esta actividad en las horas consecutivas (en el grupo de espera larga) fue comparada luego con la frecuencia de peleas durante la primera hora. Los resultados de cada comparación de proporciones Binomiales, muestra que la frecuencia de peleas durante la primer hora fue mayor que la segunda, que la tercera, la cuarta, la quinta, la sexta y mayor también que la séptima hora de observación (Figura 5; $p < 0.05$). En base a estos resultados, es posible inferir que la primera hora fue clave en el proceso de adaptación de los animales de ambos grupos al nuevo entorno. Los animales que permanecieron en corrales se calmaron luego de esa hora, por lo que podríamos suponer que los que fueron faenados se hubieran comportado de forma similar.

Basándonos estrictamente en resultados fisiológicos, podíamos haber dicho que los animales de espera de 15 horas estuvieron más estresados que los de la espera de 3 horas, tanto emocional como físicamente. Sin embargo, considerando los resultados de comportamiento, el grupo de espera de 3 horas estuvo más excitado y las canales mostraron mayores valores de pH final.

Considerando que no hubo diferencias en la frecuencia de conductas agresivas en la primera hora, asumimos que estos resultados se deben mayoritariamente al hecho de que los animales de espera corta no tuvieron oportunidad de descansar y adaptarse al nuevo entorno. Ambos grupos fueron manejados acorde a Buenas Prácticas de manejo, pero el de espera de 15 horas tuvo mayores oportunidades de descansar/recuperarse de ese período de estrés inicial. Por otra parte, el hecho de haber esperado durante horas del día (mayor movimiento y ruido en la planta

faenadota) puede haber contribuido a una mayor excitabilidad en los animales de 3 horas de espera.

Determinaciones en Canal y Carne

El tratamiento suplementado mostró los mayores valores de peso de canal caliente, corte pistola y peso de cortes valiosos (Cuadro 2). Sin embargo, no se detectaron diferencias en el rendimiento de carne entre Tratamientos. No se obtuvieron diferencias en proporción de músculo en el corte pistola, pero el porcentaje de grasa de la misma fue mayor en el tratamiento con mayor nivel energético de la dieta ($p < 0.05$).

Cuadro 2. Efecto de la dieta, el tiempo de espera y la raza en el peso de canal caliente, peso del corte pistola, peso de los 7 cortes valiosos y peso del Rump&Loin.
Medias $\pm$ Error estándar.

	<i>Dieta 1</i>	<i>Dieta 2</i>	<i>Espera 15 horas</i>	<i>Espera 3 horas</i>	<i>Efecto de la dieta</i>	<i>Efecto de la espera</i>	<i>Raza</i>
PCC, (Kg)	227.05 $\pm$ 1.26	214.30 $\pm$ 1.31	218.31 $\pm$ 1.23	223.00 $\pm$ 1.23	<0.05	<0.05	< 0.05
CP, (Kg)	50.20 $\pm$ 0.37	47.70 $\pm$ 0.38	48.08 $\pm$ 0.36	49.76 $\pm$ 0.36	<0.05	<0.05	ns
7C, (Kg)	29.19 $\pm$ 0.33	27.51 $\pm$ 0.34	27.93 $\pm$ 0.32	28.77 $\pm$ 0.32	<0.05	ns	<0.05
R&L, (Kg)	10.04 $\pm$ 0.08	9.44 $\pm$ 0.09	9.67 $\pm$ 0.08	9.82 $\pm$ 0.08	<0.05	ns	<0.05

Dieta 1: campo natural + grano de maíz, Dieta 2: campo mejorado.

Los animales de raza Braford presentaron mayor peso del corte pistola, mayor proporción de cortes valiosos y del Rump&Loin que los Hereford, independientemente del sistema de alimentación. Desde el punto de vista económico los resultados son muy interesantes, pero debe considerarse que los animales Braford tuvieron mayores valores de fuerza de corte de la carne (ver cuadro 4).

En lo que tiene que ver con descenso de pH, no se observaron diferencias entre dietas, pero el Grupo de espera de 3 horas presentó mayores valores que el Grupo de espera de 15 horas (Cuadro 3). Se destaca que el 50 % de las canales del grupo de 3 horas, tuvo valores mayores a 5.8 a las 24 horas *pm*.

Cuadro 3. Efecto de la espera en la Tasa de descenso de pH.
Medias $\pm$ Error estándar.

	<i>Espera 15 horas</i>	<i>Espera 3 horas</i>	<i>Efecto de la espera</i>
pH1	6.56 $\pm$ 0.06	6.82 $\pm$ 0.06	<0.05
pH3	6.24 $\pm$ 0.06	6.74 $\pm$ 0.06	<0.05
pH6	6.02 $\pm$ 0.05	6.30 $\pm$ 0.05	<0.05
pH24	5.67 $\pm$ 0.03	5.83 $\pm$ 0.03	<0.05

Al igual que en el Experimento 1, no se registraron diferencias en el color de la carne atribuidas a la dieta ni entre las diferentes razas. Sin embargo, la carne de animales que estuvieron más tiempo en corrales de espera presentó un índice de rojo mayor que la del grupo de espera corta ($p<0.05$). Se considera que estas diferencias de color se deberían a la relación inversa que existe entre el pH final y el color de la carne, ya que como se mencionara, el grupo que permaneció 15 horas en corrales alcanzó menores valores de pH.

La tasa de descenso de pH determinó menores valores de fuerza de corte en los animales que permanecieron durante toda la noche en corrales de espera (Cuadro 4). El descanso podría haber permitido que los animales repusieran o detuvieran el consumo de glucógeno del músculo, con el consecuente efecto positivo, tanto sobre el color como sobre la terneza de la carne. Los animales que permanecieron 3 horas en los corrales de espera, probablemente debido al mayor estrés y a la imposibilidad de descansar y recuperarse, no tuvieron niveles de glucógeno suficientes como para permitir una correcta acidificación del músculo *post mortem*.

Cuadro 4. Efecto de la dieta, el tiempo de espera y la raza en la fuerza de corte.

Medias $\pm$ Error estandard.

	Dieta 1	Dieta 2	Espera 15 horas	Espera 3 horas	Efecto de la Dieta	Efecto de la espera	Raza
FC (Kg F)	5.60 $\pm$ 0.39	5.10 $\pm$ 0.40	4.30 $\pm$ 0.38	6.40 $\pm$ 0.38	ns	<0.05	<0.05

Dieta 1: campo natural + grano de maíz, Dieta 2: campo mejorado.

En lo relativo al tiempo de espera en corrales, los resultados de este trabajo permite concluir que el hecho de haberles otorgado buenas condiciones de espera y un ambiente calmo, permitió que los animales de 15 horas se recuperaran físicamente, eventualmente recobraran los niveles de glucógeno del músculo, logrando adecuados descensos de pH y consecuentemente menores valores de fuerza de corte en la carne (carne más tierna). Los animales que permanecieron un período corto en corrales de frigorífico, presentaron altos valores de pH final y una mayor dureza de la carne. De acuerdo a los resultados de este Experimento, una espera de 3 horas en corrales de frigorífico, luego de un viaje relativamente corto (3 horas) y en animales que han mostrado signos de estrés, no sería suficiente desde el punto de vista del bienestar animal y de la calidad de la carne.

Los valores de fuerza de corte registrados en animales de la raza Braford fueron mayores a los de la raza Hereford (5.93 $\pm$ 0.32 vs. 4.78 $\pm$ 0.32 respectivamente). Diversos autores han demostrado que la carne de las razas índicas y continentales es menos tierna que la carne de razas de origen británico, independientemente del ambiente en el cual el animal produce, atribuyéndolo principalmente a una mayor actividad de las calpastatinas (inhibidoras de las calpaínas), (Koch et al., 1982; McKeith et al., 1985), entre otros factores, tales como mayor contenido e insolubilidad del colágeno.

La carne proveniente de animales más calmos, presentó menores valores de fuerza de corte independientemente del sistema de alimentación y de la raza (Figura 4, $p<0.05$). Es bien sabido que el estrés interfiere en el proceso de transformación del músculo a carne, generalmente

provocando carnes más duras (Ouali et al., 2006), tal como fue discutido en base a los resultados del Experimento 1.

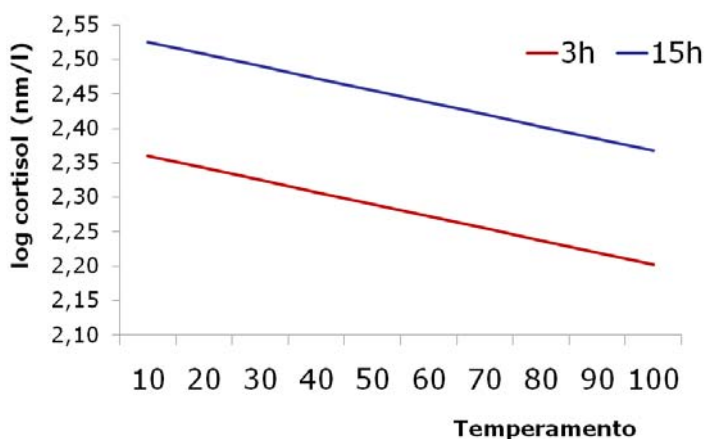


Figura 4. Residuos de una regresión múltiple de Fuerza de corte en respuesta a diferentes variables (pH, grupo de espera, raza, peso vivo final e inicial), graficados con Temperamento.

No se observaron efectos de la dieta, el temperamento y el tiempo de espera en corrales, sobre las pérdidas por cocción. El grado de marbling (marmoreo) de la carne y el contenido de lípidos tampoco presentaron diferencias entre dietas, grupos de faena ni entre ambas razas ($p < 0.05$).

Conclusiones parciales Experimento 2:

- El BA no se vio comprometido en los sistemas de engorde evaluados.
- La aplicación de BPM en distintas etapas de la cadena es de gran relevancia, especialmente con animales de temperamento excitable.
- Efectos negativos del transporte pueden minimizarse con BPM.
- El temperamento influye sobre la productividad y sobre la respuesta individual ante situaciones de estrés *pre* faena.
- Esperas de 3 horas o menos con animales que muestran indicios de estrés, comprometen el BA y la calidad de carne.
- La suplementación a bajos niveles incrementa el peso del CP y cortes valiosos del trasero, sin mejorar el rendimiento de carne.
- La suplementación a bajos niveles no presenta efecto negativo sobre la calidad de carne.
- La raza Braford muestra mayor PCC y un mayor rendimiento de carne, cuando ambas razas se comparan a una misma edad cronológica.
- Animales Braford son más excitables y con mayores valores de FC de la carne.
- El temperamento muestra una repercusión importante en la productividad y la calidad de carne.

Consideraciones finales generales

- La inclusión de niveles incrementales de grano en la dieta hasta 1.2% del peso vivo, permitiría mejorar la productividad sin afectar el bienestar animal, siempre que se tomen medidas preventivas estrictas respecto a enfermedades provocadas por la dieta.
- La estrategia de terminación a corral incrementa los niveles de producción, pero comprometería el bienestar de los animales y la calidad de la carne producida.
- El estrés en la etapa inmediatamente anterior al sacrificio es de fundamental importancia, por lo que ameritaría estudios específicos.
- El temperamento es una característica muy importante, debido a su efecto sobre la productividad, sobre la respuesta individual ante situaciones de estrés *pre* faena y sobre la calidad de la carne.
- La calidad de la carne de animales terminados estrictamente en base a pastura no fue menor a la de aquellos sistemas que incluyeron diferentes niveles de grano en la dieta y su terneza fue mayor.
- Animales que muestran indicios de estrés al llegar frigorífico, deberían permanecer más de 3 horas en corrales de espera y en adecuadas condiciones, en la búsqueda de un adecuado bienestar y permitiendo restablecer los niveles de glucógeno del músculo para obtener una mejor calidad de producto.

Literatura citada

- Anderson, S.M.; Saviolakis, G.A.; Bauman, R.A.; Chu, K.Y.; Ghosh, S.; Kant, G.J. 1996. Effects of chronic stress on food acquisition, plasma hormones, and the estrous cycle of female rats. *Physiology and Behaviour*, 60: 325-329.
- Anisman, H. 2002. Stress, immunity, cytokines and depresión. *Acta Neuropsychiatrica*, 14: 251-261.
- Broom, D. M. 2003. Causes of poor welfare in large animals during tansport. *Veterinary Research Communications*, 27 (1): 515-518.
- Broom, D.M.; Johnson, K.G. 1993. Stress and Animal Welfare. *Chapman and Hall*, London
- Burrow HM. 1997. Measurements of temperament and their relationships with performance traits of beef cattle. *Animal Breeding Abstracts*, 65: 477-495.
- Carámbula, M. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Uruguay. Editorial Hemisferio Sur. 524 p.
- Curley, K.O. Jr.; Neuendorff, D.A.; Lewis, A.W.; Cleere, J.J.; Welsh, T.H. Jr.; Randel, R.D. 2008. Functional characteristics of the bovine hypothalamic–pituitary–adrenal axis vary with temperament. *Hormones and Behavior*, 53: 20-27.
- Daly, B. L.; Richards, I.; Gibson, P. G.; Gardner, G. E.; Thompson, J.M. 2002. Rate of pH decline in bovine muscle post mortem – A benchmarking study. In: *Proceedings of the 48th International Congress of Meat Science and Technology* (pp. 560–561), 25-30 August. Rome, Italy.
- del Campo, M. 2006. Bienestar animal: ¿un tema de moda? *Revista INIA Uruguay*, número 9: 7-12.
- del Campo, M.; Montossi, F. 2007. 1^{er}. Congreso Internacional sobre Bienestar Animal en Uruguay. *Revista INIA Uruguay*, número 11: 44-45.
- del Campo, M. 2008. El Bienestar Animal y la Calidad de Carne de novillos en Uruguay con diferentes sistemas de terminación y manejo previo a la faena. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. 202p.
- Duncan, I.J.H; Fraser, D. 2005. Understanding animal welfare. In: *Animal Welfare*. CABI Publishing. Edited by Appleby and Hughes: 19.
- Eckersall, P.D. 2000. Recent advances and future prospects for the use of acuthe phase proteins as markers of disease in animals. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 151: 577-584.

- Fraser, D.; Weary, D.M.; Pavor, E.A.; Milligan, B.M. 1997. A scientific conception of animal welfare that reflects ethical value. *Animal welfare*, Volume 6 (3): 87-205(19).
- García Sacristán, A. 1995. Fisiología Veterinaria. McGraw-Hill Interamericana. Madrid.
- Grandin, T. 1997. Assessment of Stress during Handling and Transport. *Journal of Animal Science*, 75: 249-257.
- Hartung, G. 2003. Effects of transport on health of farm animals. *Veterinary Research Communications*, 27 (1): 525-527.
- Immonen, K.; Ruusunen, M.; Hissa, K.; Puolanne, E. 2000 a. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. *Meat Science*, 55: 25-31.
- Ishiwata, T; Uetake, K.; Eguchi, Y.; Tanaka, T. 2008. *Animal Science Journal*, 79(5): 620-627.
- Jacobsen, T., Schaefer, A.L., Tong, A.K.W., Stanley, R.W., Jones, S.D.M., Robertson, W.M. and Dyck R., 1993. The effects of transportation on carcass yield, meat quality and haematology values in electrolyte treated cattle. In: *Proceedings of the 39th International Congress Meat Science Technology*, Calgary, Alberta, Paper 52, 11WP.
- King D.A.; Schuehle Pfeiffer, C.E.; Randel , R.D.; Welsh Jr., T.H; Oliphint, R.A.; Baird, B.E.; Curley Jr., K.O.; Vann, R.C.; Hale, D.S. . Savell, J.W. 2006. Influence of animal temperament and stress responsiveness on the carcass quality and beef tenderness of feedlot cattle. *Meat Science*, 74: 546-556.
- Koch, R M.; Dikeman, M. E.; Crouse, J. D. 1982. Characterization of biological types of cattle (Cycle III). III. Carcass composition, quality and palatability. *Journal of Animal Science*, 54: 35.
- Le Neindre, P.; Trillat, G.; Sapa, J. ; Menissier, F. ; Bonnet, J.N. ; Chupin, J.M. 1995. Individual differences in docility of Limousin cattle. *Journal of Animal Science*, 73: 2249-2253.
- Manteca X; Ruiz de la Torre, J.L. 1996. Transport of extensively farmed animals. *Applied Animal Behaviour Science*, 49: 89-94.
- Marahrens, M.; von Richthofen, I.; Schmeiduch, S. ; Hartung, I. 2003. Special problems of long-distance transport of cattle. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 110: 120-125.

- McKeith, F. K.; Smith, J. W.; Smith, G. C.; Dutson, T. R.; Carpenter, Z. L.. 1985. Tenderness of major muscles from three breed-types of cattle at different times-on feed. *Meat Science*, 13:151.
- Moberg, G. P. 2000. Biological response to stress: Implications for Animal Welfare. *The biology of animal stress: basic principles and implications to welfare*. Eds.: Moberg, G.P.Mench, J.A. CAB International, Wallingford, Oxon, UK: 1-21.
- Mormède, P.; Andanson, S.; Aupérin, B.; Beerda, B.; Guémené, D.; Malmkvist, J.; Manteca, X. ; Manteuffel, G.; Prunet, P.; van Reenen, C.G.; Richard, S.; Veissier, I. 2007. Review: Exploration of the hypothalamic–pituitary–adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. *Physiology and Behavior*, 92: 317-339.
- Ouali, A.; Herrera-Mendez, C.H.; Coulis, G.; Becila, S.; Boudjellal, A.C.; Aubry, L.; Sentandreu, M.A. 2006. Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Science*, 74(1): 44-58.
- Petherick, J.C.; Rushen, J. 2005. Behavioural restriction. *In: Animal Welfare*. CABI Publishing. Edited by Appleby and Hughes. p.89.
- Realini, C.E.; Duckett, S.K.; Brito, G.W.; Dalla Rizza, M.; de Mattos D. 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science*, 66: 567-577.
- Romero, L.M. 2004. Physiological stress in ecology: lessons from biomedical research. *Trends in Ecology and Evolution*, 19: 249-255.
- Rovira, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Editorial Hemisferio Sur. pp. 3-58.
- Saaty, Thomas L. 1980. Analytic Hierarchy Pocess. New York: Ed. McGrawHill.
- Schaefer, A.L.; Jones, S.D.; Stanley, R.W. 1997. The use of electrolyte solutions for reducing transport stress. *Journal of Animal Science*, 75: 258-265.
- Selye, H. 1950. *Stress*. ACTA, Montreal, Canada.
- Selye H. 1956. *The stress of life*. New York: McGraw-Hill.
- Stricklin, W.R.; Heisler, C.E.; Wilson, L.L. 1980. Heritability of temperament in beef cattle. (Abstract). *Journal of Animal Science*, 51 (Suppl.1): 109-110.
- Tarrant, V.; Grandin, T, 1993. Cattle transport. *In: T. Grandin (ed.), Livestock Handling and Transport*, (CAB International, Wallingford): 109-126.
- Terlouw, E.M.C.; Schouten, W.G.P.; Ladewig, J. 2005. Phisiology. *In: animal welfare*. Edited by Appleby and Hughes. CABI Publishing. p.143.

- Tulloh, N.M. 1961. Behaviour of cattle in yards. II. A study of temperament. *Animal Behaviour*, 9: 25-30.
- Van de Water, G.; Verjans, F.; Geers, R. 2003. The effect of short distance transport under commercial conditions on the physiology of slaughter calves; pH and colour profiles of veal. *Livestock Production Science*, 82: 171-179.
- Voisinet, B.D.; Grandin, T.; Tatum, J.D.; O'Connor, S.F.; Struthers, J.J. 1997. Feedlot Cattle with Calm Temperaments have higher average daily gain than cattle with Excitable Temperaments. *Journal of Animal Science*, 75: 892-896.
- Young, R.J.; Carruthers, J.; Lawrence, A.B. 1994. The effect of a foraging device ("The Edinburgh Foodball") on the behaviour of pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 39: 237-247.